

PatvAc

PSE-380000-2008-3

## **Patrimonio Accesible: I+D+i para una cultura sin barreras**

### **E2.10 – Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos**

### Índice

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
1.1	OBJETIVOS DEL ENTREGABLE .....	3
1.2	ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	4
<b>2</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
2.1	DEFINICIÓN DEL SISTEMA .....	5
2.2	REQUISITOS TÉCNICOS DEL PAVIMENTO .....	5
2.3	REQUISITOS FUNCIONALES.....	6
2.3.1	<i>REQUISITOS TÉCNICOS DE SEGURIDAD .....</i>	<i>6</i>
2.3.1.1	RESBALADICIDAD.....	6
2.3.1.2	DISCONTINUIDADES.....	8
2.3.1.3	AMORTIGUACIÓN A IMPACTOS .....	9
2.3.2	<i>REQUISITOS TÉCNICOS DE ACCESIBILIDAD .....</i>	<i>10</i>
2.3.2.1	ACCESIBILIDAD DEL PAVIMENTO.....	10
2.3.2.2	BARANDILLAS .....	11
2.3.2.3	PASAMANOS .....	11
2.3.2.4	SEÑALES Y PANELES INFORMATIVOS.....	12
2.3.2.5	SEÑALIZACIÓN VISUAL .....	13
2.3.2.6	SEÑALIZACIÓN ACÚSTICA.....	21
2.3.2.7	SEÑALIZACIÓN TÁCTIL.....	23
2.3.3	<i>REQUISITOS TÉCNICOS DE RESISTENCIA.....</i>	<i>27</i>
2.3.3.1	RESISTENCIA MECÁNICA .....	27
2.3.3.2	RESISTENCIA AL DESGASTE .....	27
2.4	REQUISITOS EMOCIONALES .....	27
2.5	CONCLUSIONES.....	29
<b>3</b>	<b>PROPUESTA TÉCNICA Y ENSAYOS REALIZADOS.....</b>	<b>30</b>
3.1	PROPUESTA DE PAVIMENTO .....	30
3.1.1	<i>BALDOSA COMPUESTA.....</i>	<i>30</i>
3.1.2	<i>PROPUESTAS DE JUNTA ENTRE BALDOSAS.....</i>	<i>30</i>
3.1.3	<i>SELECCIÓN DE LA JUNTA.....</i>	<i>32</i>
3.1.4	<i>DATOS TÉCNICOS.....</i>	<i>35</i>
3.2	FRICCIÓN DINÁMICA DEL PAVIMENTO.....	36
3.2.1	INTRODUCCIÓN.....	36
3.2.2	ENSAYOS DE FRICCIÓN DINÁMICA .....	38
3.2.3	RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	39
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>43</b>

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

### 1 ANTECEDENTES

<b>Subtarea</b>	ST 2.2.3 Adaptación de otros productos existentes
<b>Duración</b>	24 meses (del mes 10 al mes 33)
<b>Líder</b>	Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)
<b>Participa</b>	IBV, AZTECA
<b>Entregables de la subtarea</b>	E 2.9 – mes 33 / E 2.10 – mes 24 / E 2.11 – mes 26 / E2.12 – mes 27 / E2.13 – mes 33

El objetivo general del “SP2 Accesibilidad Física” es el desarrollo de los productos y sistemas necesarios para garantizar un acceso seguro y confortable al monumento, de forma no discriminatoria, para todos los ciudadanos, de manera compatible con el bien cultural, y reversible tanto en las fases de conservación y rehabilitación como en la fase de “explotación” del patrimonio construido. También se centra en las tecnologías constructivas para la instalación de dichos productos en el bien cultural.

La subtarea de la que se desprende este documento se desarrolla dentro de la “Tarea 2: Desarrollo de nuevos productos o sistemas para el acceso físico a monumentos”, que concentra los estudios y desarrollos en los productos y sistemas específicos de accesibilidad necesarios para llegar al máximo grado de accesibilidad posible en los monumentos, garantizando un acceso seguro y confortable tanto en el monumento como en su entorno y prestando atención al desarrollo de soluciones válidas para los distintos tipos de usuarios según su tipo y grado de discapacidad y que sean respetuosos con el monumento.

En concreto la “Subtarea 2.2.3 Adaptación de otros productos existentes” tiene como objetivo el desarrollo de innovaciones en elementos vinculados con la accesibilidad física, en concreto de sistemas de pavimentos que permitan el desplazamiento seguro y accesible para todos los públicos en edificios de patrimonio donde es habitual que las irregularidades presentes en los acabados del suelo no permita que personas con algún tipo de discapacidad se desplacen.

Es importante remarcar que este documento se encuentra ligado al entregable “E2.5 Descripción técnica de plataforma para desplazamiento horizontal” en el que se describe la estructura sobre la que iría apoyado el pavimento desarrollado en este entregable.

#### 1.1 OBJETIVOS DEL ENTREGABLE

Los objetivos de este entregable son:

- Criterios de diseño: Permiten fijar los requisitos técnicos que debe cumplir el pavimento desarrollado para que sea seguro, resistente, estable y accesible para todos los usuarios.
- Propuesta técnica realizada: Describir la propuesta técnica de baldosa para pavimento sobreelevado, realizada por AZTECA.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

---

### 1.2 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El documento se ha dividido en cuatro secciones principales:

- La sección 1 recoge los objetivos y la introducción al entregable enmarcado dentro de la “Subtarea 2.2.3 Adaptación de otros productos existentes”.
- La sección 2 recoge los requisitos técnicos y criterios de diseño que debe cumplir el pavimento.
- La sección 3 recoge la propuesta técnica de baldosa para pavimentos sobreelevados realizada por parte de AZTECA. Igualmente se presentan los ensayos realizados en la validación del producto.
- La sección 4 muestra las conclusiones del documento.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

### 2 RESUMEN

#### 2.1 DEFINICIÓN DEL SISTEMA

Se trata de un sistema de pavimento sobreelevado para intervención en patrimonio arquitectónico. El objetivo del mismo es permitir el acceso seguro y confortable al patrimonio, de forma no discriminatoria, para todas las personas. Mediante este sistema se posibilita el acceso físico, en el plano horizontal, al edificio o conjunto histórico (acceso al continente) y se facilita el acceso intelectual al mismo (acceso al contenido). Un ejemplo de aplicación virtual puede verse en la Figura 1:



Figura 1. Aplicación virtual del pavimento en la iglesia del Cristo de la Luz (Toledo)

#### 2.2 REQUISITOS TÉCNICOS DEL PAVIMENTO

En este documento se tratarán los aspectos técnicos referidos al pavimento. Los aspectos propios de la estructura soporte sobre la cual descansa el pavimento se tratarán en el entregable correspondiente. Un pavimento debe ser estable, resistente, seguro y accesible. Además de serlo, también debe parecerlo; es decir, debe transmitir claramente a los usuarios su estabilidad, resistencia, seguridad y accesibilidad. Para

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

garantizar que se cumplen estas características, se establecen una serie de requisitos técnicos exigibles, agrupados en los siguientes niveles:

### REQUISITOS TÉCNICOS DEL PAVIMENTO:

- Requisitos funcionales
  - Requisitos técnicos de seguridad
  - Requisitos técnicos de accesibilidad
  - Requisitos técnicos de resistencia
- Requisitos emocionales

Los requisitos mencionados, y que se desarrollarán a continuación, son fruto de la evaluación de las necesidades que demandan las personas, incluidas las personas con algún tipo de patología que afecte a su patrón de marcha y por tanto a su movilidad. El cumplimiento de estas especificaciones facilita que el desarrollo de la marcha sea más seguro y confortable para todos los usuarios.

Los requisitos que se proponen son específicamente para plano horizontal y por tanto no son aplicables a escaleras, rampas o cambios de nivel. Así mismo, atienden especialmente a personas que deambulan en bipedestación, con ayuda técnica o sin ella. Se ha añadido algunas notas sobre cómo podrían afectar a personas usuarias en silla de ruedas.

## 2.3 REQUISITOS FUNCIONALES

Los requisitos funcionales se agrupan en 3 niveles:

- Requisitos técnicos de seguridad
- Requisitos técnicos de accesibilidad
- Requisitos técnicos de resistencia

### 2.3.1 REQUISITOS TÉCNICOS DE SEGURIDAD

Son una serie de requisitos cuyo objetivo busca que el pavimento facilite una marcha segura y confortable, minimizando el riesgo de caídas por resbalones, tropiezos o desniveles. Y en el caso de una posible caída, que disponga de una cierta amortiguación a impactos.

#### 2.3.1.1 RESBALADICIDAD

El primer requerimiento sería el de disponer de una adecuada resbaladicidad. El CTE, en su Documento Básico SU, limita la resbaladicidad de los suelos en función de su localización y características (Figura 2), con el fin de disminuir al máximo el riesgo de caídas por resbalamiento.



## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladidad	
Resistencia al deslizamiento $R_d$	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización	
Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior <sup>(1)</sup> , terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas <sup>(2)</sup> , Duchas	3

<sup>(1)</sup> Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de *uso restringido*.

<sup>(2)</sup> En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

Figura 2. Resbaladidad de los suelos, según DB-SU

### La fricción óptima

La propiedad que define en mayor medida la resbaladidad de un pavimento es la fricción de su superficie. Según los usuarios, no sólo es la propiedad más importante en cuanto a seguridad (tanto en seco como en mojado), sino también en cuanto a confort. El objetivo es encontrar la fricción óptima (Figura 3), ya que una fricción insuficiente aumenta el riesgo de caídas por resbalones y una fricción excesiva, además de provocar sensación de fatiga y sobrecarga en las articulaciones, incrementa el riesgo de caídas por tropiezo.



Figura 3. Fricción óptima

### El coeficiente de fricción dinámica

Para evaluar la fricción ofrecida por el pavimento, se someterá al mismo a unos ensayos de fricción dinámica. El método de ensayo que se empleará fue desarrollado en PAVISEGU (proyecto IMSERSO 2003).

Mediante este método se determina el coeficiente de fricción dinámica medido con caucho Four S, velocidad de deslizamiento 0,5 m/s y fuerza vertical de 200 N. El objetivo

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

es obtener un coeficiente de fricción dinámica CFD mínimo de 0,4 sobre pavimento horizontal en condición de contaminación con agua (pavimento mojado).

### El coeficiente de variabilidad

A través de ADAPSUELO (proyecto IMSERSO 2004) se llegó a la conclusión de que no era suficiente con que se exigiera un coeficiente de fricción dinámico mínimo. También se introdujo la condición de que el pavimento, medido en 12 condiciones que combinaban diferentes fuerzas, velocidades y materiales de suela que potencialmente se podían dar sobre el pavimento, ofreciera un coeficiente lo más estable posible, ya que muchos de los accidentes ocurren por una reducción inesperada de las propiedades (ya sea por agua suciedad, papeles, etc.). Es de esperar que un comportamiento homogéneo de la fricción, sea cual sea la situación, reduzca el riesgo de resbalar.

Para ello se determinó que el rango de propiedades adecuado sería aquel que tras someter al suelo a las 12 condiciones de ensayo, obtuviera un coeficiente de variabilidad COV (desviación típica/media) menor al 20% del valor de la media. También se amplió el método para definir la fricción del pavimento, extrayendo la probabilidad de que se superara el límite establecido cuando cambian las condiciones de referencia (es posible que la condición de referencia cumpla el criterio, pero que otra condición de las 12 ensayadas no lo cumpla, por lo que se ofrece la información al respecto).

### La continuidad del coeficiente de fricción dinámica

Otro aspecto importante a considerar es la continuidad en el coeficiente de fricción dinámica. Los suelos en continuidad deben de cumplir que sus valores del coeficiente de fricción no se diferenciaren más del 10% del valor del suelo contiguo, ya que tan peligroso es que no tengan el nivel de fricción suficiente como que cambien sus propiedades siendo una de las causas de caída más conocida. Un cambio brusco puede ser el causante de una caída o un resbalón.

### Usuarios en sillas de ruedas

La fricción segura y confortable que demanda un usuario en silla de ruedas no contradice los criterios de fricción para bipedestación.

## 2.3.1.2 DISCONTINUIDADES

El segundo requerimiento sería el de las discontinuidades en el pavimento. El CTE, en su Documento Básico SU, limita la existencia y dimensiones de las discontinuidades para minimizar el riesgo de caídas por tropiezo.

### Rugosidades

El pavimento no debe tener rugosidades distintas de la propia pieza, lo cual supone que el pavimento esté perfectamente colocado y sobre todo que se realice un mantenimiento adecuado.

### Irregularidades

Los tropiezos son una causa importante de caídas, y por ello se debe considerar en qué medida un pavimento puede producir un tropiezo por la presencia de relieves o texturas. Para ello se utiliza como referencia el parámetro conocido como *Toe Clearance*, que es



## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

el espacio mínimo que se observa entre el pie y el pavimento, en la fase de balanceo de la pierna (entre el despegue y el apoyo siguiente) que se da en la marcha habitual. Además se considera el dato correspondiente a las personas mayores, por ser éstas las que más reducen la distancia.

En base al criterio mencionado, el máximo relieve que se pueda dar en un pavimento sin señalización oportuna, es de 3 mm y se recomienda rematar el canto redondeándolo. Este criterio tiene en cuenta a las personas con mayor diversidad funcional y aporta limitaciones más restrictivas que el CTE.

### Usuarios en sillas de ruedas

Un desnivel de 3 mm no produce, en un usuario en silla de ruedas, una pérdida de equilibrio frontal ni lateral destacable. Un sistema de tracción eléctrica convencional debería sortear sin problemas un cambio de nivel puntual de 3 mm, especialmente si el canto se ha redondeado.

Por otro lado las juntas y relieves prominentes pueden provocar molestias por lo que se recomienda reducir al máximo, en la medida de lo posible, la profundidad de los valles.

### 2.3.1.3 AMORTIGUACIÓN A IMPACTOS

Se pueden dar 2 clases de impactos en un pavimento, durante la marcha de una persona: impactos por caída, en caso de resbalón o tropiezo por parte de la persona, e impactos de talón, durante la marcha. El interés para una marcha confortable, reside en que los impactos de talón durante la marcha dispongan de cierta amortiguación por parte del pavimento.

### Impactos durante la marcha

Los impactos producidos en la marcha se reprodujeron, mediante ensayos, para extraer 2 parámetros relacionados: el módulo de compresión estática del pavimento y la reducción de fuerzas de compresión. Estos dos parámetros se han relacionado con la sensación de confort subjetiva evaluada por los sujetos en cada una de las muestras.

Mediante ensayos de compresión estática, se sometió a diferentes superficies a fuerzas crecientes de 0 N hasta 500 N con una mordaza que mantenía un desplazamiento constante de 0,008 mm/s y una superficie de contacto de 19,5 mm<sup>2</sup> que simula la superficie de contacto del talón en el momento del aterrizaje (instante de impacto del talón). Así mismo se sometieron a un ensayo de *drop test* que simula un impacto de 500 N en 20 ms sobre pavimento rígido, para extraer el parámetro de reducción de fuerzas, relacionado con la amortiguación de impactos.

Los resultados determinaron que existe una mejora significativa del confort percibido por los usuarios cuando la rigidez estática del pavimento es inferior a 500 KN/m. Así mismo se observó una mejora significativa del confort percibido cuando la reducción de fuerzas es mayor del 10%.

### Usuarios sillas de ruedas

No se recomienda introducir materiales o sistemas que permitan que el pavimento deforme más allá de 0,5 mm a 500 KN de carga vertical, especialmente si la deformación es punteoelástica, ya que dificulta mucho la rodadura y la estabilidad de la silla de ruedas.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

Si el pavimento tiene que amortiguar impactos necesariamente, es preferible que respete una deformación máxima de 0,5 mm a 500 KN y si es posible que la deformación se consiga a través de sistemas aeroelásticos.

### 2.3.2 REQUISITOS TÉCNICOS DE ACCESIBILIDAD

Son aquellos requisitos cuyo objetivo es procurar que el pavimento resuelva la accesibilidad de manera integral. Hablamos de la accesibilidad del propio pavimento como elemento constructivo, y la accesibilidad proporcionada por el pavimento al contenido e información existentes en el edificio o conjunto histórico.

#### 2.3.2.1 ACCESIBILIDAD DEL PAVIMENTO

Para que un pavimento sea accesible hay que tener en cuenta todos los aspectos que van desde la fase de proyecto a la de realización, y especialmente a su mantenimiento posterior. El pavimento, como itinerario peatonal desempeña funciones como:

- Soporte y unión a la tierra
- Revestimiento estético
- Canal continuo de información y orientación

Las características que debe tener para desarrollar sus funciones tienen que ver con la seguridad de uso, la estabilidad y la accesibilidad, por eso un pavimento debe de ser duro, no deslizante en seco y en mojado, compacto, sin resaltes y con las piezas fijadas firmemente al elemento de soporte.

Uno de los aspectos que más resaltan de la función informativa y orientativa del pavimento es que ofrece la posibilidad de establecer un lenguaje claro y eficaz para emitir y recibir mensajes a través de su textura, sonoridad y color a personas con discapacidad visual y a personas con movilidad reducida.

Para las personas con movilidad reducida o con discapacidad visual, la elección del pavimento puede resultar decisiva para alcanzar un mayor grado de autonomía personal. El estado y tipo de pavimento que pisan puede tener mucha importancia en los accidentes que implican caídas para las personas mayores.

#### Características de un pavimento accesible

Las principales características que debe exigirse a los pavimentos son la dureza, la capacidad de antideslizamiento en seco y en mojado, y la ausencia de rugosidades distintas de la propia pieza. En general podemos decir que el pavimento debe ser: estable, antideslizante y sin rugosidades.

- El pavimento debe ser estable, como las baldosas hidráulicas, piedras, etc., evitando las tierras sueltas, gravas, arenas y demás. En parques y jardines los itinerarios pueden ser de tierra batida, que debe estar compactada.
- El pavimento debe ser antideslizante, tanto en seco como en mojado, para lo cual hay que hacer las pruebas oportunas in situ, simulando las situaciones más favorables a deslizamiento, como la acumulación de polvo y riego, y comprobando que incluso en esas condiciones no es resbaladizo.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

- El pavimento no debe tener rugosidades distintas de la propia pieza, lo cual supone que el pavimento esté perfectamente colocado y sobre todo que se realice un mantenimiento adecuado.

### Pavimentos especiales

Llamamos pavimentos especiales a los que, a través del color, la textura o la sonoridad, pueden transmitir información útil para el desplazamiento y la seguridad a las personas con discapacidad visual, tanto con los pies como con el bastón blanco de movilidad.

Básicamente se clasifican en pavimentos táctiles y de color:

- Pavimentos táctiles: proporcionan aviso y direccionamiento. La utilización correcta de este tipo de pavimentos táctiles es una gran ayuda para las personas con problemas visuales. Pero si se utilizan de manera excesiva o inadecuada, producen el efecto contrario generando confusión en los usuarios.
- Pavimentos de color: advierten de peligros o delimitan espacios distintos en los itinerarios, de manera que personas con discapacidad visual mejoran su funcionamiento visual si el contraste es adecuado y su utilización se reserva a determinados espacios.

### 2.3.2.2 BARANDILLAS

Las barandillas o barreras de protección, tienen por función limitar el riesgo de caída en los desniveles, particularmente en los existentes entre pavimento sobreelevado y el suelo. El CTE, en su Documento Básico SU, indica las características que deben cumplir estas barreras de protección.

En general las barandillas deben estar firmemente ancladas para evitar movimientos u oscilaciones. Tendrán, como mínimo, una altura de 900 mm cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de 1100 mm en el resto de los casos. Estarán diseñadas de forma que no puedan ser fácilmente escaladas por los niños, y no tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 100 mm de diámetro. Serán además el soporte sobre el cual disponer los pasamanos que sirvan de apoyo a las personas con movilidad reducida.

Las barandillas tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida según el Documento Básico SE-AE (Figura 4).

Tabla 3.3 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios	
Categoría de uso	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de los casos	0,8

Figura 4. Acciones sobre las barandillas, según SE-AE

### 2.3.2.3 PASAMANOS

En los recorridos se instalarán pasamanos que sirvan de apoyo para las personas con movilidad reducida, y de guía para aquellas personas que posean una deficiencia visual.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

Por eso los pasamanos serán de color contrastado con respecto al entorno en el que se encuentran, evitando materiales muy deslizantes y que no sufran excesivamente las condiciones térmicas del clima, evitando sobrecalentamientos que imposibiliten la utilización del mismo.

Se instalarán pasamanos continuos en todo el recorrido, a ambos lados. Además, se prolongarán 30 cm hacia abajo para evitar enganches, en el inicio y fin de los espacios de circulación y de uso.

Serán fáciles de asir, de sección preferentemente circular, con diámetro entre 40 y 50 mm, y separados de la pared entre 45 y 55 mm. El sistema de sujeción permitirá el deslizamiento continuo de la mano a lo largo del mismo (Figura 5). Se colocarán a 2 alturas: una entre 65 y 75 cm y la otra entre 95 cm y 105 cm, desde el borde de cada peldaño o plano inclinado. Además, los pasamanos pueden aprovecharse para colocar correctamente en él información táctil.

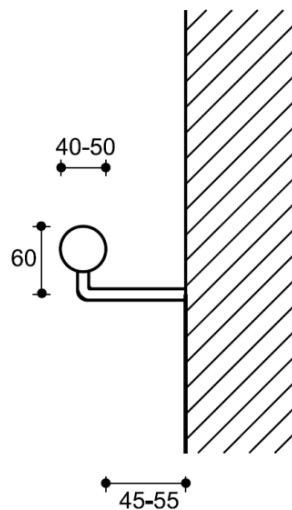


Figura 5. Dimensiones de los pasamanos

### 2.3.2.4 SEÑALES Y PANELES INFORMATIVOS

Las señales y paneles informativos proporcionan información diversa sobre el interior de un edificio, como la localización de determinados lugares, las condiciones de accesibilidad, la advertencia de determinados peligros, normas de seguridad, la celebración de determinados eventos, etc. Su función es facilitar a cualquier usuario la orientación y la comprensión del edificio, de sus componentes y de las actividades desarrolladas en su interior.

Para diseñar y distribuir las señales y paneles de tal forma que la mayor parte de las personas pueda percibir y entender la información que contienen, han de tenerse en cuenta una serie de criterios. Una inadecuada disponibilidad de la información derivará en que algunos usuarios no puedan acceder a la información en los formatos adecuados.

#### Las condiciones ambientales

El ruido y la iluminación deben estar controlados. Si se ofrece información acústica, la intensidad sonora del mensaje debe ser como mínimo 15 dB mayor que el sonido ambiental. La iluminación será preferentemente indirecta para evitar reflejos.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

### La ubicación

Las señales y paneles informativos estarán situados junto a la entrada del edificio público y serán fácilmente localizables. Ni la señal, ni su soporte, pueden suponer un riesgo para las personas con discapacidad visual.

Toda la información puede tener que ser leída a distancias muy cortas (lo ideal sería que la persona pudiese acercarse hasta 5 cm), por lo que se situará de forma que el usuario pueda acercarse, sin colocar obstáculos delante.

Para determinar la altura a la que se colocarán las señales y paneles informativos hay que contemplar esencialmente el tipo de señal o panel informativo del que se trata, pero también la altura de percepción del receptor, que varía en función de su altura y de su posición. También ha de tenerse en cuenta el ángulo de visión, que se encuentra entre 27 y 30°.

Como norma general, el panel o señal se colocará a una altura entre 1,45 y 1,75 m, centrado a 1,60 m (incluidas las señales y paneles con información táctil). Además, es aconsejable contar con una doble señalización táctil a una altura entre 95 y 125 cm, centrada a 1,10 m, en las zonas específicas donde haya gran concurrencia de niños.

En los itinerarios interiores se colocarán señales de direccionamiento al principio, al final y en los cambios de dirección intermedios. Si el itinerario es muy largo, las señales o planos de situación aparecerán con más frecuencia, para reforzar el mensaje.

El lenguaje y nomenclatura utilizados en estas señales deben ser claros, fáciles de entender y uniformes a lo largo de todo el recorrido. En el caso de planos de pisos, directorios, maquetas, etc., se colocarán en lugares destacados. Los planos y directorios se ubicarán en el vestíbulo principal, lo más cerca posible de la puerta de entrada. Se colocarán tantas señales y paneles informativos como resulte necesario, pero siempre teniendo en cuenta que demasiadas señales, sobrecargarán al receptor. No se protegerán con cristalerías u otros elementos, ya que estos dificultan tanto la localización como el poder interactuar con los mismos.

### La modalidad sensorial del mensaje

La información relevante se presentará, al menos, de forma visual y acústica, aunque también se podrá presentar de forma táctil.

## 2.3.2.5 SEÑALIZACIÓN VISUAL

### Composición del texto

La información debe ser claramente visible y comprensible (frases cortas y simples). Se recomienda utilizar letras sencillas y sin adornos, tipo "Arial" o "Verdana" o "Tiresias" (Ceapat, 2007) (Figura 6), evitar la letra cursiva y aquellos tipos de letra que son demasiado ornamentales. No se recomiendan tipos de letras itálicas, oblicuas o condensadas. Cuando se utilicen números estos se ajustarán a las mismas características que las letras.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos



Figura 6. Tipo de letra TIRESIAS

Se deben utilizar fuentes con un tamaño mínimo de 12 y recomendado de 14 puntos, aunque en general cuanto mayor sea mejor (Ceapat, 2007), no obstante hay que tener en cuenta que el tamaño de punto es relativo y varía según el tipo de letra. Para carteles se recomienda una altura “p” o “d” sea 1/5 mayor que la altura de la letra “n” (Ceapat, 2007). El tamaño de letra para carteles depende de la distancia a la que se quiera que el texto sea visto (Ceapat, 2007) (Tabla 1).

Distancia al texto	Altura de la letra
A menos de 0.5 metros	2 a 5 mm
Entre 0.5 y 0.9 metros	5 a 9 mm
Entre 0.8 y 1.8 metros	9 a 18 mm
Entre 1.8 y 3.6 metros	18 a 30 mm
Entre 3.6 y 6 metros	30 a 50 mm

Tabla 1. Altura de la letra según distancia de visión

Para carteles se recomienda una anchura de la letra “n” igual a 2/3 de la altura (Ceapat, 2007). Además para las letra mayúsculas se recomienda que la relación entre la altura y la anchura este entre 0.7 y 0.85 (UNE 41500 IN, 2001).

Se debe evitar el uso de caracteres muy finos o demasiado gruesos, la Once recomienda el uso de normal o seminegrita mientras que (Ceapat, 2007) recomienda el uso de negrita o seminegrita. En todo caso se deberán evitar los adornos en las letras tales como relieves, sombras o grabados, ya que dificultan la lectura. Para carteles se recomienda un grosor igual a 1/6 de la anchura de la letra (Ceapat, 2007)

Se recomienda que el espacio entre letras sea 1/4 de la altura de la letra (ONCE). Para carteles se recomienda un espacio entre letras igual a 1/5 de la altura de la letra (Ceapat, 2007). Para carteles se recomienda una separación entre palabras igual a 2/3 de la altura de la letra (Ceapat, 2007).

Sólo se utilizan las mayúsculas, en palabras cortas y preferiblemente para títulos, señales etc. El texto se lee con mayor facilidad cuando está escrito en tipo oración.

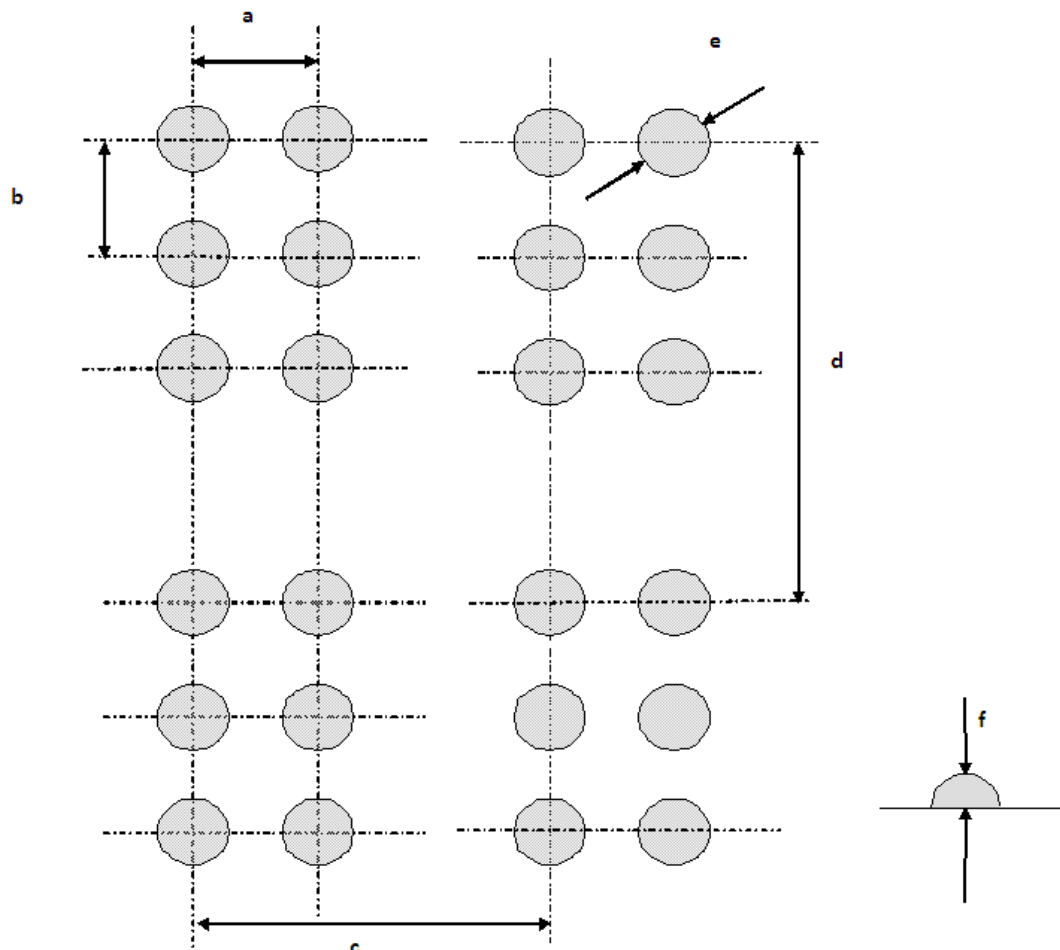


## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

(ONCE). El color de los caracteres debe contrastar suficientemente con el del fondo y éste, a su vez, con el de su entorno. Las dimensiones que el texto braille debe tener son las indicadas a continuación (Figura 7):

Alto: entre 6,2 mm y 6,6 mm

Ancho: entre 3,7 mm y 4,0 mm



**Figura 7. Dimensiones del texto en braille**

- a = Distancia horizontal entre los centros de puntos contiguos de la misma celda: de 2,5 a 2,6 mm
- b = Distancia vertical entre los centros de puntos contiguos de la misma celda: de 2,5 a 2,6 mm
- c = Distancia entre los centros de puntos idénticos de celdas contiguas: de 6,0 a 6,1 mm
- d = Distancia entre los centros de puntos idénticos de líneas contiguas: 10,0 a 10,8 mm
- e = Diámetro de la base de los puntos: entre 1,2 y 1,5 mm
- f = Altura del relieve de los puntos: 0,50 mm

No se debe superponer texto sobre imágenes.

### Símbolos

Los símbolos deben estar normalizados o en su defecto ser de uso común (UNE 139801, 2003). Dentro del contexto de ayudas a la orientación donde dichas ayudas se recomienda que sean tacto-visuales, es decir, aquellas que se expresan por medio de

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

líneas, marcas o caracteres, que puedan percibirse mediante exploración háptica y/o por medio de la visión.

Además, los símbolos que se van a emplear juntos deben ser diferentes entre sí en cuantas dimensiones sea posible, a fin de que sean lo más diferentes posible. También se debe tener en cuenta al realizar la elección de los símbolos que se asocien fácilmente con lo que representan para ayudar a los usuarios a recordar su significado, disminuyendo la necesidad de referirse a un código (ONCE, 2003).

### Colores y contrastes

El contraste es un elemento que se debe tener en cuenta cuando se quiere diseñar un producto visualmente accesible, ya que las dificultades de visión y el envejecimiento producen cambios en la percepción que reducen la eficacia de la vista para determinadas combinaciones de colores. Las principales características del color son tonalidad, brillo y saturación:

- Tonalidad: el tipo de color (como rojo, azul o amarillo). Se representa como un grado de ángulo cuyos valores posibles van de 0 a 360° (aunque para algunas aplicaciones se normalizan del 0 al 100%). Cada valor corresponde a un color. Ejemplos: 0 es rojo, 60 es amarillo y 120 es verde (Figura 8).
- Saturación: se representa como la distancia al eje de brillo negro-blanco. Los valores posibles van del 0 al 100%. A este parámetro también se le suele llamar "pureza" por la analogía con la pureza de excitación y la pureza colorimétrica de la colorimetría. Cuanto menor sea la saturación de un color, mayor tonalidad grisácea habrá y más decolorado estará. Por eso es útil definir la insaturación como la inversa cualitativa de la saturación (Figura 8).
- Valor del color: el brillo del color. Representa la altura en el eje blanco-negro. Los valores posibles van del 0 al 100%. 0 siempre es negro. Dependiendo de la saturación, 100 podría ser blanco o un color más o menos saturado (Figura 8).

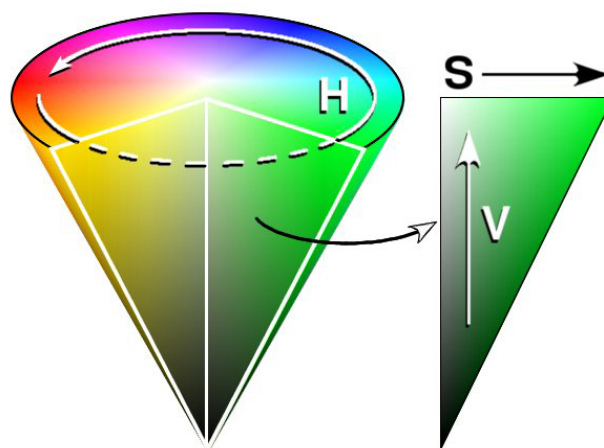


Figura 8. Cono de colores del espacio HSV (H tonalidad, S saturación, V brillo del color)

Cuando se eligen los colores, para lograr que estos permitan una accesibilidad integral en cuanto a la información presentada, se ha de tener en cuenta lo siguiente:

- Exagerar las diferencias de brillo entre colores (Figura 9).

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

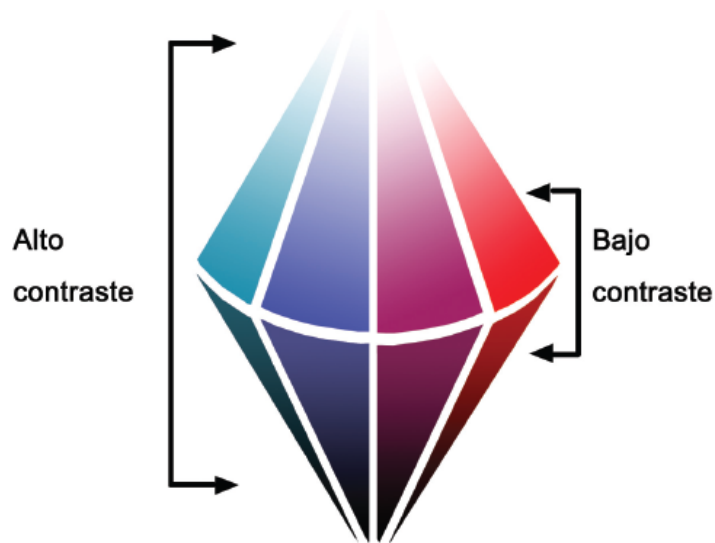


Figura 9. Diferencias en el brillo (Ceapat, 2007)

- La percepción del brillo puede ser distinta para una persona con deficiencias visuales.
- Se debe intentar aclarar los colores claros y oscurecer los oscuros (Figura 10).



Figura 10. Círculo de colores (Ceapat, 2007)

- Hay que evitar el contraste (RD 485/1997) entre colores adyacentes en el círculo de colores (Figura 11).

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

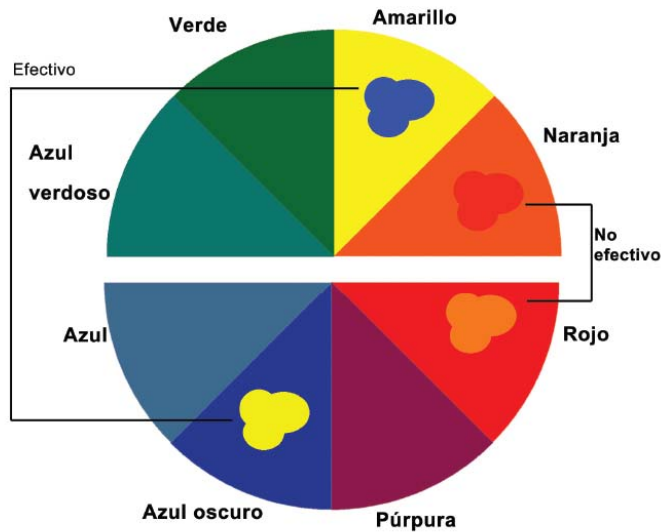


Figura 11. Contraste de colores eficaces y no eficaces (Ceapat, 2007)

- Se debe asegurar un ratio de contraste de nivel 3 (ratio de contraste  $>10$ ) tal y como recomiendan ISO-9241-3 y ANSI-HFES-100-1988. Al hallar este ratio de contraste se deben tener en cuenta las diferentes percepciones de las diferentes cegueras de color. Para su cálculo se puede disponer de la ayuda del software “Colour Contrast Analyser” (WCAG 2.0 Guidelines). Un método para determinar qué colores tienen un buen contraste es pasar esos colores a blanco y negro (fotocopia): tendrán un buen contraste aquellos grises que muestren más diferencias, y contrastes pobres los que sean más igualados (ONCE, 2003). También se puede tener en cuenta la Tabla 2:

Contraste de colores en señalización	
Símbolo o letra	Fondo
Blanco	Azul oscuro
Negro	Amarillo
Verde	Blanco
Rojo	Blanco
Azul	Blanco
Negro	Blanco
Amarillo	Negro
Blanco	Rojo
Blanco	Verde oscuro
Blanco	Negro

Tabla 2. Recomendación de colores para símbolos y fondos (UNE 41500 IN, 2001)

- De manera general, las personas mayores muestran cierta preferencia hacia algunos colores y cierto rechazo hacia otros. En la Figura 12 cada círculo representa un color básico; mientras más a la izquierda se encuentre, mejor es la

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

valoración que las personas mayores hacen del mismo; mientras más pequeño sea, más definida está la preferencia; así, entre aquellos colores cuyos círculos están superpuestos (lo cual ocurre principalmente en los más grandes), no se encuentra una preferencia clara (IBV, 2003).

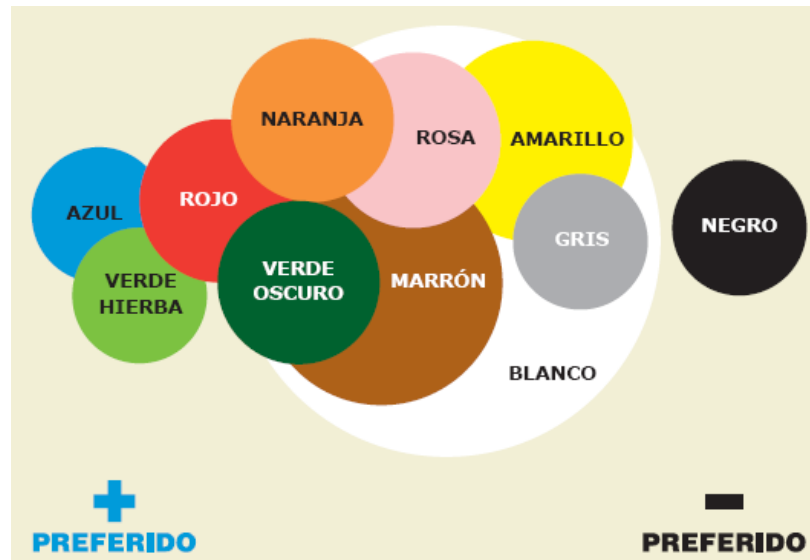


Figura 12. Preferencia de color en las personas mayores

### Estímulos visuales

Las magnitudes específicas utilizadas en iluminación, las cuales influirán en las recomendaciones de los estímulos visuales, son las siguientes:

- Flujo luminoso: la energía luminosa emitida por unidad de tiempo, por una fuente de luz. Su unidad es el lumen (Lm).
- Intensidad luminosa: el flujo luminoso en una dirección dada. Su unidad es la candela (cd).
- Iluminancia o Nivel de iluminación: el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Su unidad es el lux, que es el nivel de iluminación de una superficie de un metro cuadrado, cuando recibe un flujo luminoso de un lumen.
- Luminancia o Brillo fotométrico: de una superficie en una dirección determinada, es la relación entre la intensidad luminosa en dicha dirección y la superficie vista por el observador situado en la misma dirección (superficie aparente). Su unidad es la candela por metro cuadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).

Al utilizar un estímulo visual deben de tenerse en cuenta una serie de factores internos (del individuo) y externos (del entorno):

Factores internos:

- Factores perceptivos y de aprendizaje: la experiencia pasada, las expectativas, los sentimientos y los deseos del individuo (NTP 241).
- Capacidad visual del individuo (Figura 13 y Figura 14) (NTP 241).
- Diferencias individuales (amplitud mental del individuo que podemos clasificar en concreta o abstracta) (NTP 241).

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

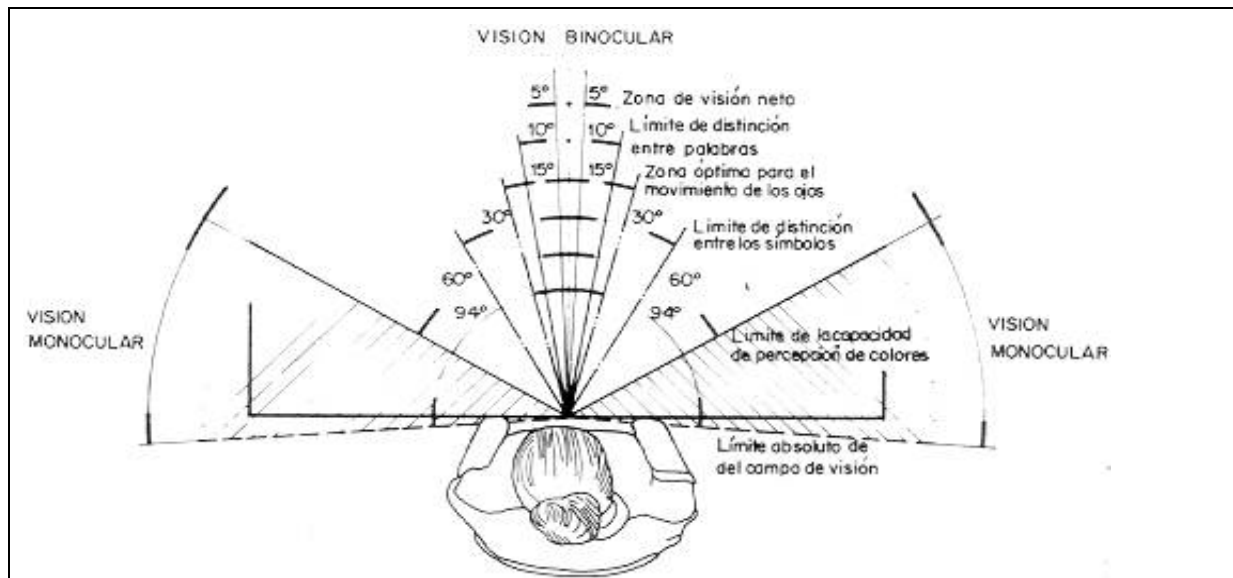


Figura 13. Campo visual horizontal

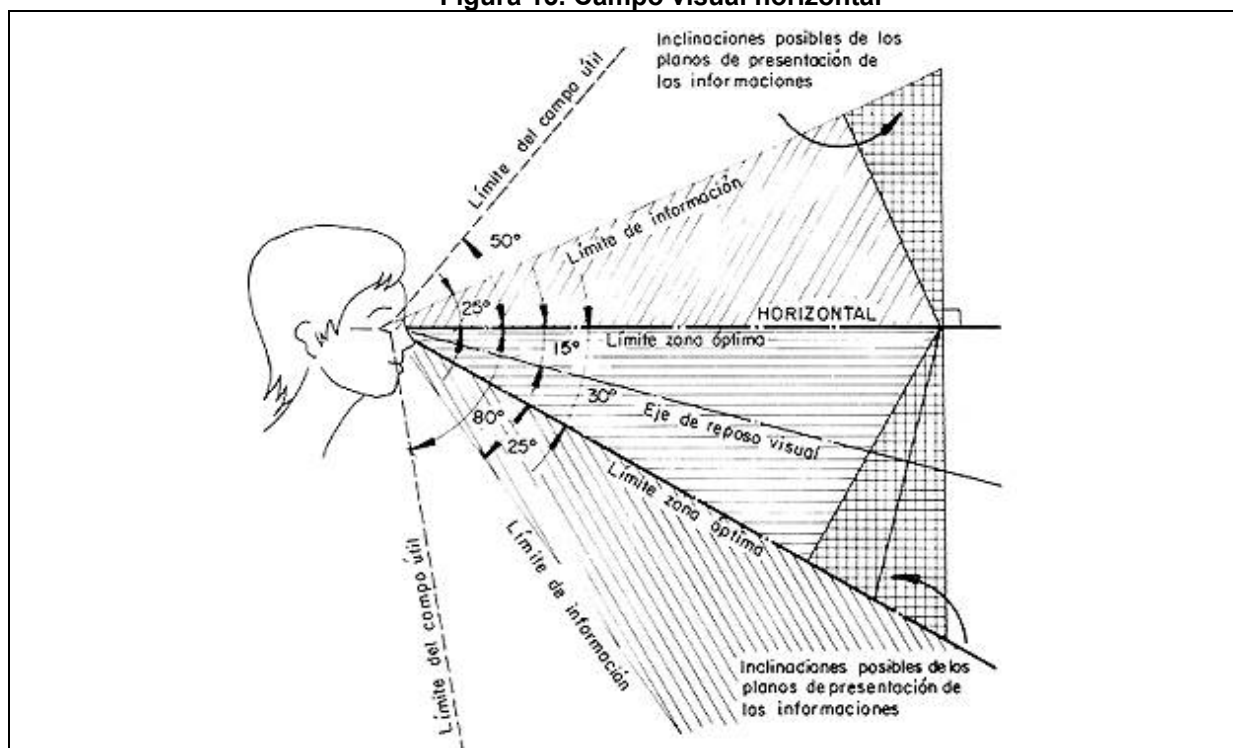


Figura 14. Análisis del campo visual en el plano sagital

Factores externos:

- **Contraste:** diferencia de luminancia entre el objeto que se observa y el fondo en el que éste está inserto. También está en función del color y de la microestructura del material a observar (NTP 241). Las señales luminosas deben emitir luz que provoque un contraste adecuado respecto a su entorno, de una intensidad tal que permita su percepción sin producir deslumbramiento (UNE 41500 IN, 2001) (RD 485/1997). Para escoger el nivel de iluminación más adecuado para la luz emitida por la señal luminosa se tendría que conocer el nivel de iluminación de la zona



## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

donde va a estar colocada la señal. Para ello, se efectuaría una medición de la iluminancia y de la luminancia a 85 cm del suelo y, según resultados se escogería una iluminancia superior para la señal luminosa y la luminancia más adecuada para evitar deslumbramientos (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

- Tiempo: cuando mayor es el tiempo de observación mayor es la discriminación. Este tiempo no debe ser inferior a 200 milisegundos con niveles de iluminación de un día normal (NTP 241).
- Razón de luminancia: es la razón entre la luminancia del área de principal atención y la del área que le rodea (NTP 241).

Razones de luminancia recomendables	
Entre la tarea visual y la superficie de trabajo	3:1
Entre la tarea visual y el espacio circundante	10:1
Entre la fuente de luz y el fondo	20:1
Máxima relación de luminancia en el campo visual.	4:1

**Tabla 3. Razones de luminancia recomendables**

- Señal continua o intermitente: si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida (RD 485/1997). Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas (RD 485/1997). En referencia con la realización de programas de ordenador accesibles se indica que no debe haber elementos parpadeantes entre 2 y 50 Hz ya que pueden desencadenar ataques epilépticos (IBV, 2005). La norma relativa a la accesibilidad en la edificación y el urbanismo (UNE 41500 IN, 2001) recomienda evitar el uso de luces intermitentes aunque su utilización debe ser con frecuencias inferiores a 5Hz.
- Discriminabilidad: No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente (RD 485/1997).

### 2.3.2.6 SEÑALIZACIÓN ACÚSTICA

Será una información audible pero no molesta. La señal ha de amplificarse a través de bucles magnéticos para usuarios de prótesis auditivas (audífono e implante coclear) y así facilitar la percepción de información por parte de personas con limitaciones para la audición. Antes de que la información sea emitida se lanzará una señal de aviso o introducción para llamar la atención.

#### Estímulos auditivos

Para la utilización de estímulos auditivos las guías a seguir son las siguientes:

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

- Compatibilidad: que estén en consonancia con las relaciones naturales o aprendidas (NTP 241).
- Aproximación: cuando se trata de una señal compleja es mejor utilizar dos tiempos (NTP 241): señal de demanda de atención y señal de designación.
- Discriminabilidad: han de ser discernibles de cualquier otro estímulo auditivo. cada estímulo debe tener una frecuencia distinta (NTP 241).
- Precisión: sólo transmitirá la información necesaria (NTP 241).
- Invariabilidad: sólo informará de una cosa, siempre la misma (NTP 241).
- Neutralidad: se debe evitar aquellos estímulos cuya intensidad y/o frecuencia pueda provocar daños o molestias (NTP 241). Se deben evitar sonidos de una frecuencia superior a 4.000Hz, para señales de alarma se deben usar sonidos de frecuencias comprendidas entre 1.000Hz y 2.000Hz (Birren & Warner Schaie, 1990).
- Consonancia: relacionar su intensidad con el nivel sonoro ambiental. El volumen del sonido debe poder seleccionarse de forma que sobrepase en 20dB el nivel sonoro ambiental (UNE 139801, 2003), además debe existir una forma directa de reajustar dicho volumen al valor predefinido por cada usuario. Además se debe aumentar el volumen de los sonidos importantes (Baumann & Thomas, 2001). Estando limitado el nivel acústico a 55dB en las zonas en que sea importante la buena transmisión de mensajes (UNE 41500 IN, 2001) y no se recomienda que sobrepase los 120 dB en periodos muy cortos (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo).
- Adaptación perceptiva: para evitarla, utilizar señales variables o interrumpidas (NTP 241) (Figura 15). Debería estar dotada de bucle magnético que mejora la señal auditiva para usuarios de prótesis auditivas (audífono e implante coclear) (IBV, 2005). Si el producto genera salida por síntesis de voz, se deben poder ajustar sus parámetros básicos: velocidad y tono (UNE 139801, 2003).

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos



Figura 15. Intensidad del sonido (NTP 241)

### 2.3.2.7 SEÑALIZACIÓN TÁCTIL

Se proporciona a través de texturas rugosas, y caracteres en altorrelieve y en braille. Las texturas rugosas se utilizarán para pavimentos. Los caracteres en vista y altorrelieve se ubicarán centrados o justificados a la izquierda, en la parte superior de la señal. Los caracteres en braille se ubicarán en la parte inferior izquierda. Leer táctilmente es muy costoso, por lo que debe reservarse a indicadores identificativos de habitaciones o espacios y a símbolos específicos.

#### Botones

Las consideraciones que deben cumplir los botones son las siguientes:

Para el ordenador un tamaño adecuado es de 7 x 7 mm (UNE 139801, 2003). No obstante este tamaño debería ser ampliado. La ONCE especifica para cajeros un tamaño de tecla mínimo de 10mm y una separación de las teclas de función mínima de 9mm, las cuales deben estar marcadas táctilmente y mediante un código de colores (ONCE, 2003).

Para ordenadores los botones deben poder percibirse de forma táctil sin que el hecho de tocarlos provoque su activación (UNE 139801, 2003), adaptado al escenario de la baldosa domótica se podría solventar haciendo que las zonas cercanas al control tengan texturas diferentes para indicar la aproximación al mismo (UNE 139801, 2003).

Los controles deben de ser cóncavos, suficientemente grandes y tener una superficie no deslizante. Deberán disponer de ayudas técnicas (varillas, punzones, etc.) que faciliten el acceder, atinar y pulsar. Además de Braille dentro de cada comando puede introducirse

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

un icono táctil (parecido al teclado del ordenador, teclas de móvil, mando de los videojuegos, etc.) al menos en los dos controles extremos.

Considerando el caso de usuarios con temblores, se deben evitar errores de pulsación (UNE 139801, 2003).

En referencia con la realización de programas de ordenador accesibles se indica que debe existir la posibilidad de configurar el tiempo de pulsación de un botón para que se reconozca la pulsación; además la pulsación mantenida debería poder cambiarse por una pulsación de duración normal o varias consecutivas (IBV, 2005).

El color no deber ser la única forma de distinguir los botones (UNE 139801, 2003). Una opción sería la de incluir Braille también dentro del comando.

El estado de todos los botones de estado conmutable se debe poder distinguir visualmente y a través de tacto o de sonido (UNE 139801, 2003).

Se recomienda usar diferentes tipos de botón para que sea más difícil que el usuario se confunda (Baumann & Thomas, 2001) (UNE 41500 IN, 2001), en el caso que nos ocupa esto se podría solventar haciendo que los botones tuvieran diferentes formas e incluso que el área que los rodea tuviera diferentes texturas.

En controles en los que la función sea de pulsado múltiple (manteniendo pulsada la tecla ejecutamos más veces la misma función), como por ejemplo para cambiar un valor de intensidad (volumen) (Baumann & Thomas, 2001).

- Para alcanzar un determinado valor no se debe tardar más de 10 segundos.
- La frecuencia inicial de repetición debe estar alrededor de 2Hz.
- En el caso de una función de pulsado múltiple, el siguiente nivel debe de frecuencia debe ocurrir a los 4 segundos. La segunda frecuencia debe estar entre 4Hz y 10Hz, con 5Hz como optimo.
- Una función de pulsado múltiple debe ser similar a una curva cuadrática.

Los controles incrementales deberían ir acompañados de un control tipo “+/-” acompañado del nivel al que actualmente se encuentra.

### Estímulos táctiles

La rugosidad es una característica física de los productos o partes de los mismos cuya identificación a través del tacto puede servir de apoyo sensorial en su utilización.

La rugosidad puede ser intrínseca al material o al proceso de fabricación, pero también puede aumentarse o controlarse artificialmente mediante operaciones de acabado, como el moleteado, estriado, etc. Sin embargo, cualquier grado de rugosidad no es válido para servir de apoyo sensorial.

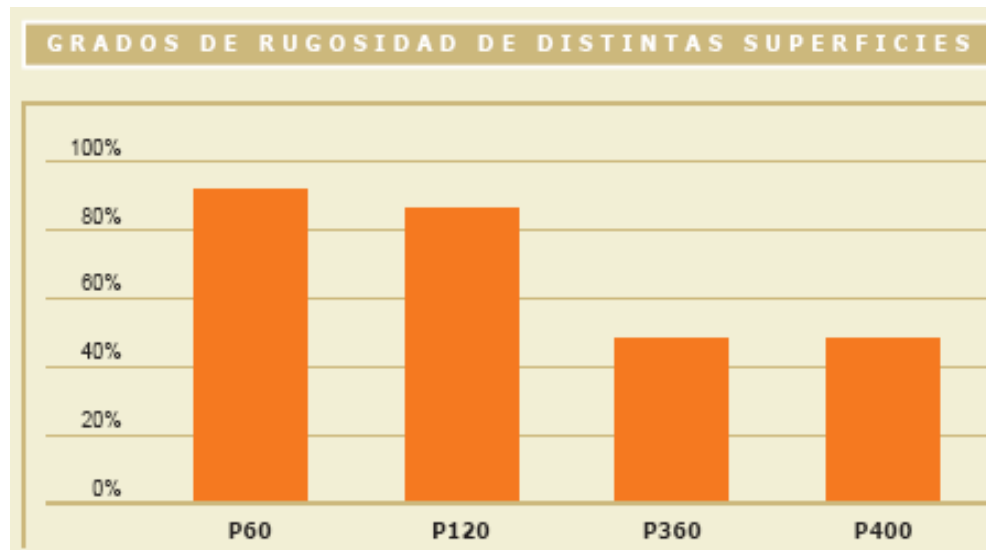
Las diferentes rugosidades pueden ser utilizadas para realizar la diferenciación entre los botones o la proximidad a los mismos.

Es difícil distinguir por medio del tacto rugosidades demasiado pequeñas, dado que la sensibilidad táctil tiene un umbral, por debajo del cual no se aprecian los relieves. Tomando como medida de la rugosidad el tamaño de las discontinuidades, pueden establecerse los siguientes límites experimentales:

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

- Por debajo de los 0,05 mm es muy difícil distinguir rugosidades (una lija de grano P360 no se distingue de otra de grano P400).
- Por encima de los 0,10 mm es más fácil distinguir rugosidades (una lija de grano P120 sí se distingue fácilmente de otra de grano P60).

Estos límites son aplicables para toda la población, tanto en personas mayores como jóvenes. No obstante, el umbral de sensibilidad disminuye en muchas personas con la edad, de modo que aunque prácticamente la totalidad de los jóvenes puede distinguir rugosidades por encima de los 0,10 mm (P120 y P60), una de cada diez personas mayores experimenta dificultades en ello (Figura 16).



**Figura 16.** Para cada lija, la gráfica indica el porcentaje de sujetos que ordenaron correctamente su grado de rugosidad (la más rugosa para P60, la segunda para P120, la tercera para P360 y la menos rugosa para P400)

### Feedback

Cualquier acción que el usuario realice debe ir seguida de un feedback. Todos los controles deben poseer un feedback táctil (Baumann & Thomas, 2001). Debe ser posible anular todas las señales acústicas de feedback excepto las de alarma (Baumann & Thomas, 2001).

Las características del tiempo de respuesta son las siguientes:

- En la pulsación de una tecla debe producirse en menos de 20ms (Baumann & Thomas, 2001).
- Para los resultados de una acción el feedback debe producirse en menos de 3 segundos (Baumann & Thomas, 2001).
- El tiempo de respuesta debe ser siempre el mismo para una tarea determinada (Baumann & Thomas, 2001).
- Para controles en lo que se determine una intensidad (intensidad de la luz) debe ser posible el aumentar esta intensidad lo suficientemente despacio para que el usuario sea capaz de seleccionar una determinada intensidad sin pasarse (Baumann & Thomas, 2001).

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

- Si el tiempo de respuesta es demasiado alto el sistema debe dar señales de feedback indicando que está trabajando (Baumann & Thomas, 2001).

### Señalización de seguridad

Hay que evitar que cualquier obra o alteración del edificio se convierta en un peligro para una persona con discapacidad, especialmente en el caso de la persona con discapacidad visual.

### Señalización de accesibilidad

Las condiciones de accesibilidad del edificio serán señalizadas mediante el símbolo internacional de accesibilidad (S.I.A.). El uso del S.I.A. indica la prioridad de acceso para las personas con movilidad reducida pero no su uso exclusivo. Además de este símbolo pueden ser utilizados otros específicos para señalar la eliminación de barreras para personas con otros tipos de discapacidad.

Los paneles informativos deben ser fácilmente perceptibles y contener información simple y de fácil comprensión, cualquiera que sea la modalidad sensorial en la que se presente. Su altura debe ser adecuada para cualquier usuario, incluidos los usuarios de silla de ruedas y personas de talla baja. Los paneles y expositores horizontales ofrecen más problemas para las personas en silla de ruedas o personas de corta estatura. Una solución puede ser instalar expositores horizontales inclinados en un ángulo adecuado para que cualquier persona pueda explorarlos. Habrá que prestar especial atención a la ausencia de reflejos y deslumbramientos.

Los mapas, planos y maquetas deberían ser reproducidos, al menos, de forma visual y táctil. Un plano táctil útil para las personas con discapacidad visual requiere un conocimiento de cómo se debe reflejar la información. Pueden utilizarse diferentes texturas para representar diferentes tipos de información.

### Recomendaciones

La documentación del producto debe estar redactada de la forma más clara y sencilla posible, con un vocabulario adecuado para la tarea realizada por el producto (UNE 139801, 2003), además debe evitarse el uso de terminología en otros idiomas si el concepto tiene una forma de expresarse recogida en el Diccionario de la Real Academia Española.

La información del producto y las características de accesibilidad deben estar disponibles en formatos alternativos (braille, formato sonoro) bajo petición del usuario, ajustándose a sus necesidades específicas y sin coste adicional (UNE 139801, 2003).

Los servicios de soporte técnico y atención al cliente deben cubrir las necesidades de comunicación de los usuarios con discapacidad, en el caso de usuarios sordos puede ser necesaria la utilización de algún centro de intermediación (UNE 139801, 2003).

### Otras consideraciones

La información debe mostrarse abarcando un amplio rango de alternativas: en forma de texto, braille, salida de audio, mediante iconos (WCAG 2.0 Guidelines)

El producto no debe generar campos electromagnéticos o de radio-frecuencia que puedan interferir con los usuarios de prótesis auditivas (UNE 139801, 2003).



## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

Los elementos accesibles deben ser señalizados mediante el símbolo internacional de accesibilidad (S.I.A.) u otros símbolos específicos para otros tipos de limitaciones de la actividad (IBV, 2005).

Los requisitos de accesibilidad al ordenador señalan que el software debe ser compatible con sistemas de reconocimiento de voz (UNE 139802, 2003).

### 2.3.3 REQUISITOS TÉCNICOS DE RESISTENCIA

Son una serie de requisitos cuyo objetivo es que el pavimento sea estable y resistente, garantizando la aptitud al servicio, es decir, ofreciendo una marcha segura y confortable, libre de excesivas deformaciones y/o vibraciones.

#### 2.3.3.1 RESISTENCIA MECÁNICA

El pavimento, compuesto por baldosas cerámicas, debe ser lo suficientemente resistente como para que no se produzca la rotura bajo las cargas a las que previsiblemente estará expuesto en su fase de uso.

Según la norma *UNE-EN 14411:2007 Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado*, los ensayos a realizar en las baldosas para considerar su resistencia mecánica se basan en el cálculo de la carga que se debe realizar para llegar a la rotura total de la baldosa.

El procedimiento de realización de este ensayo está recogido en la norma *UNE-EN ISO 10545-4:1997 Baldosas cerámicas. Parte 4: Determinación de la resistencia a la flexión y de la carga de rotura (ISO 10545-4:1994)*.

Además, el pavimento debería ser un elemento con la suficiente rigidez para no ser aparentemente deformable bajo las cargas de servicio normales.

#### 2.3.3.2 RESISTENCIA AL DESGASTE

EL pavimento será un elemento expuesto al tránsito de peatones. La superficie del pavimento debe soportar el tránsito y el desgaste al que se verá sometido, así como para resistir el impacto directo de agentes externos como agentes atmosféricos, productos de limpieza, manchas,...

Las normas de la serie *UNE-EN ISO 10545* recogen las características y propiedades físicas de las baldosas cerámicas que afectan a la resistencia al desgaste según se trate de tránsito, o agentes externos.

### 2.4 REQUISITOS EMOCIONALES

El pavimento es el elemento que más interactúa con el usuario y tiene una gran incidencia en la marcha del usuario. Por esta razón y por el riesgo de caída, el diseño de pavimentos debe aumentar la seguridad de la marcha disminuyendo la probabilidad de que se produzcan resbalones y tropiezos.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

Al mismo tiempo debe transmitir sensaciones de seguridad y confort. Por ejemplo, un pavimento con reflejos, aunque proporcione la fricción adecuada, provoca una sensación de inseguridad en los usuarios. Lo que se ha de conseguir es que las propiedades percibidas por el usuario sean coherentes con las propiedades físicas objetivas.

En estudios previos se ha puesto de manifiesto la importancia de que un suelo adaptado no sólo debe ofrecer propiedades funcionales, por tanto existen otro tipo de propiedades conocidas como propiedades emocionales y que demandan ante todo las personas mayores por ser más susceptibles por haber padecido caídas anteriormente. Las propiedades emocionales de los suelos se refieren ante todo a que el pavimento a través de sus parámetros de diseño, sea capaz de transmitir seguridad y comodidad además de limpieza (otro parámetro al que le dieron importancia los mayores).

La Tabla 4 contiene una relación descriptiva de parámetros de diseño que potencian significativamente la sensación de Seguridad, Confort, Limpieza y Valoración Global, en función del lugar de residencia habitual.

	DOMICILIO	RESIDENCIA	CENTRO DE DIA
SEGURIDAD	Relieve, junta, suelo claro, bien iluminado. El baño da más seguridad que la cocina.	Relieve, junta, suelo claro, bien iluminado.	Relieve, junta, suelo oscuro, bien iluminado. La acera da más seguridad que la escalera
CONFORT	Relieve, junta, suelo claro, bien iluminado	Mate, junta, suelo claro, bien iluminado.	Mate, junta, suelo claro, bien iluminado. La acera da más confort que la escalera
LIMPIEZA	Mate, sin junta, suelo claro y poco iluminado. Más fácil de limpiar la cocina que el baño.	Mate, sin junta, suelo claro y bien iluminado.	Mate, sin junta, suelo claro y bien iluminado. La escalera la ven más fácil de limpiar que la acera.
VALORACIÓN GLOBAL	Relieve, junta, suelo claro, bien iluminado. Prefieren el ambiente cocina que el baño	Mate, junta, suelo claro, bien iluminado.	Mate, junta, suelo claro, bien iluminado.

Tabla 4. Parámetros de diseño que potencian la sensación de seguridad, confort, limpieza y valoración global

Por tanto, un pavimento para ser enteramente satisfactorio, no solo ha de ser seguro, también ha de transmitirlo sobre todo a las personas más susceptibles, ya que

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

---

repercutirá en la predisposición de utilizar el pavimento mejorando la movilidad y por tanto la calidad de vida de las personas mayores (las personas mayores admitieron sentir miedo en los centros comerciales debido a la sensación de inseguridad que les transmiten los pavimentos, demasiada amplitud, brillo excesivo, etc.).

A través del método conocido como “Conjoint Analysis” o análisis conjunto, se extraen los parámetros de diseño que potencian significativamente la percepción de seguridad, confort, sensación de limpieza y satisfacción global en función del lugar de residencia habitual. En el caso de usuarios de sillas de ruedas, no se ha confirmado que los mismos elementos de diseño influyan de igual manera en personas mayores que en usuario de sillas.

### 2.5 CONCLUSIONES

El trabajo de análisis ha llevado a la conclusión de la pertinencia de una solución que permita la impresión, sobre una estructura que cumpla las características antes mencionadas, de imágenes de pavimentos imitando el pavimento original del edificio. De esta manera se minimiza el impacto visual de la estructura a instalar, al mismo tiempo que se cumplen los requisitos de accesibilidad.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

### 3 PROPUESTA TÉCNICA Y ENSAYOS REALIZADOS

#### 3.1 PROPUESTA DE PAVIMENTO

##### 3.1.1 BALDOSA COMPUESTA

El pavimento se ejecuta con un tipo de baldosa compuesta por las siguientes capas (Figura 17):

- Capa superior de baldosa cerámica
- Capa inferior de laminado de alta presión (HPL)

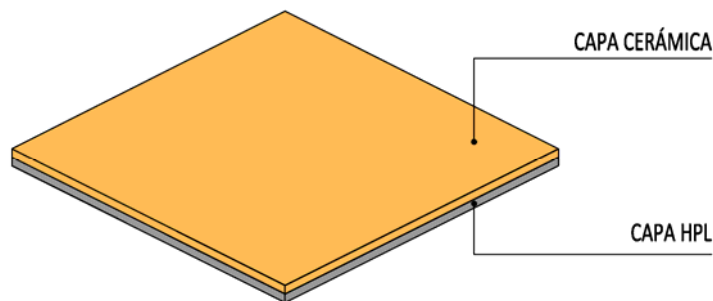


Figura 17. Baldosa compuesta

##### Capa superior de baldosa cerámica

Serán piezas de porcelánico (grupo BIa, según norma UNE-EN 14411) de formato 450 x 450 mm, rectificadas a medida exacta de 440,0 x 440,0 mm. Su baja absorción y su elevada dureza hacen que sea un material idóneo para soportar el tránsito y el desgaste por abrasión al que se verán sometidas, así como para resistir las agresiones de agentes externos, como agentes atmosféricos, productos de limpieza, manchas,...

Por otro lado se aprovecharán las infinitas posibilidades de reproducción mediante técnicas de impresión digital cerámica, para plasmar con alto grado de realismo cualquier imagen sobre la superficie de acabado de la baldosa cerámica.

##### Capa inferior de HPL

La función de la capa inferior de laminado de alta presión HPL es dotar de mayor resistencia mecánica al conjunto, fortaleciendo sobretodo las partes de la baldosa cerámica que quedarán en el vano. Con el uso de este material se ha intentado buscar una baldosa compuesta ligera y con una resistencia muy elevada. Para fijar ambos materiales se empleará un adhesivo rígido en base poliuretano de gran adhesión.

##### 3.1.2 PROPUESTAS DE JUNTA ENTRE BALDOSAS

##### Piezas canteadas

Se generaría una junta de entorno a 4 mm, aunque depende del material de canteo por el que se opte en última instancia. La base deberá poseer solamente unas pestañas

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

posicionadoras para situar correctamente las piezas, además de la base de apoyo (Figura 18).

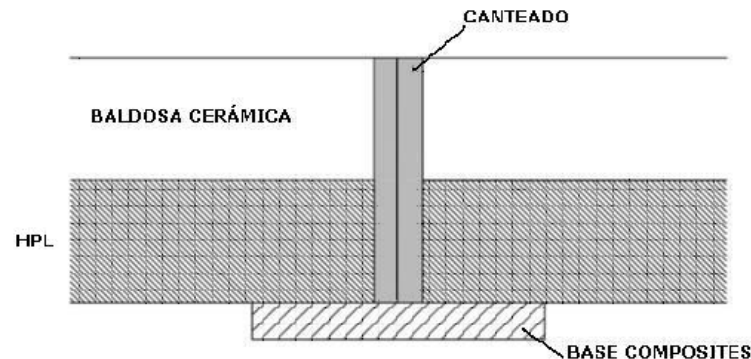


Figura 18. Junta mediante piezas canteadas

### Piezas con junta abierta

Se procedería a crear una junta abierta entre piezas. La distancia prevista para la junta final sería de unos 4mm. Debería considerarse la creación en la base de pestañas posicionadoras para situar correctamente las piezas (Figura 19).

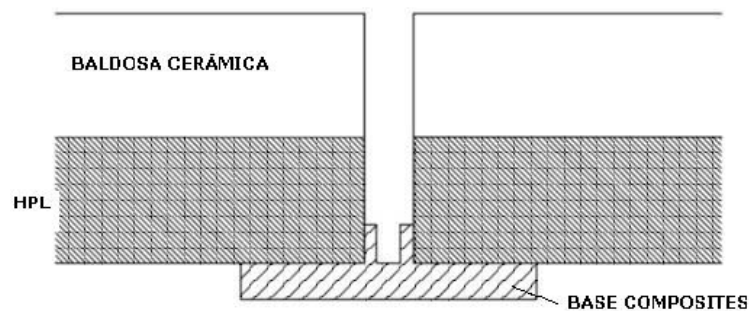


Figura 19. Junta abierta

### Piezas con junta con pivote desde la base

Sería la propia base la que generaría una separación plástica entre las piezas. De esta forma no sería necesario cantear las piezas. El tamaño de la junta se generaría a través del espesor del pivote. Con el mismo argumento que los casos anteriores, recomendamos una junta final de unos 4mm. Faltaría decidir la altura adecuada del pivote (Figura 20).

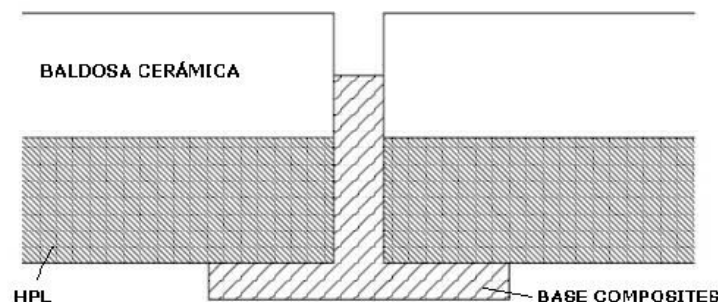


Figura 20. Junta mediante pivote en la base

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

### 3.1.3 SELECCIÓN DE LA JUNTA

La valoración de las alternativas de diseño en cuanto a la junta se ha realizado siguiendo los siguientes pasos:

1. Elección de los requisitos de diseño que determinan la aceptabilidad de las soluciones.
2. Establecimiento de la importancia relativa de los requisitos de diseño.
3. Caracterización cada una de las soluciones alternativas de acuerdo con los requisitos establecidos.

#### Requisitos de diseño

A continuación se detallan cada uno de los elementos que se han de tener en cuenta para la valoración del diseño de la junta.

- a) Degradación de la junta: la junta puede degradarse debido a agentes externos como sol, lluvia, suciedad, productos de limpieza, etc. Esta degradación puede provocar cambios de color o de cualquier otra propiedad de la misma, como por ejemplo la flexibilidad. Este aspecto sería especialmente importante en entornos exteriores.
- b) Fragilidad: los cantos de la baldosa son frágiles. La capa cerámica podría descascarillarse por algún golpe, durante los procesos de instalación o desmontaje.
- c) Instalaciones: las instalaciones de iluminación y desagües se deben tener en cuenta en el momento del diseño de la estructura, porque pueden afectar su diseño, así como cualquier a cualquier otro tipo de instalación futura.
- d) Accesibilidad: la presencia de cuadrículas muy visibles puede interferir en la orientación, o en la función de caminar en personas con determinadas patologías tal como el Parkinson.
- e) Riesgo de tropiezos: una junta excesivamente grande puede provocar problemas graves, como el tropiezo con tacones, muletas, incluso en deambulación normal. La junta debería ser la mínima necesaria para proporcionar las prestaciones que se le exigen.
- f) Seguridad al agua: la posibilidad de acumulación de agua en la baldosa puede provocar un riesgo de caída al andar sobre ella.
- g) Estética y estructura: es posible que se dé una disminución de la componente estética debido a la visibilidad de componentes con bajo contenido estético (juntas, canteado, etc.).
- h) Visibilidad de la intervención: debe ser posible el identificar que parte del pavimento es original y que parte ha sido introducida en la actualidad para mejorar la accesibilidad horizontal.
- i) Iluminación indirecta: la existencia de juntas abiertas permitiría una iluminación indirecta, situada debajo de la estructura, que sirviese para señalar, por ejemplo salidas de emergencia.



## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

Los distintos requisitos de diseño se han agrupado con el objeto de facilitar su valoración tal como se indica en la figura a continuación (Figura 21).

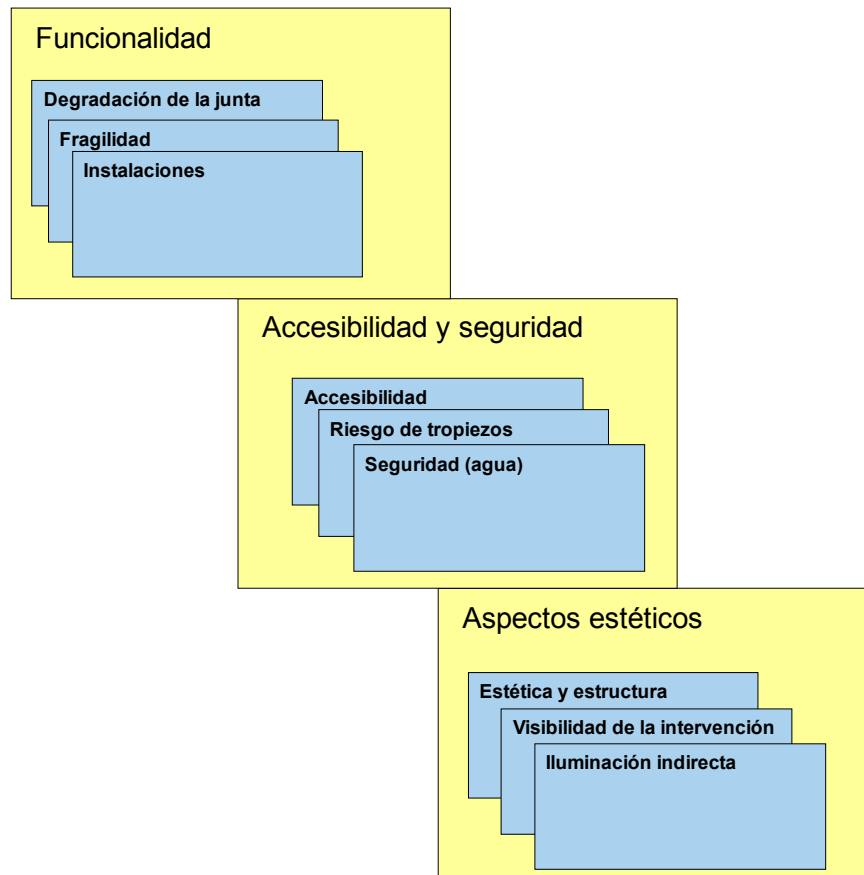


Figura 21. Agrupación de requisitos

### Ponderación de la importancia de cada requisito de diseño

Para determinar la importancia de cada uno de los requisitos se ha utilizado la metodología del *Análisis Jerárquico de Procesos*. Para ello se han tenido que comparar dos a dos los requisitos englobados en cada uno de los grupos y comparar la importancia relativa de los grupos.

A continuación se detallan, por orden de importancia, cada una de las valoraciones realizadas.

Por Grupos (de más a menos importante):

1. Accesibilidad
2. Estética
3. Funcionalidad

Funcionalidad:

1. Instalaciones
2. Fragilidad
3. Degradación

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

Accesibilidad:

1. Seguridad
2. Tropiezos
3. Accesibilidad

Estética:

1. Visibilidad
2. Iluminación
3. Estética

### Importancia relativa de cada requisito de diseño

El *Análisis Jerárquico de Procesos* nos permite obtener, a partir de las valoraciones por importancia que se han mostrado con anterioridad, la importancia relativa de cada uno de los requisitos de diseño. Esa importancia se muestra en la siguiente tabla (Tabla 5).

Aspecto	Importancia	
Seguridad	35%	<div></div>
Visibilidad	16%	<div></div>
Tropiezos	14%	<div></div>
Iluminación	13%	<div></div>
Instalaciones	6%	<div></div>
Accesibilidad	6%	<div></div>
Fragilidad	5%	<div></div>
Estética	4%	<div></div>
Degradación	3%	<div></div>

Tabla 5. Importancia relativa de cada aspecto

### Valoración de las alternativas

Una vez obtenida la importancia relativa de cada uno de los requisitos de diseño, se ha ponderado cada una de las soluciones propuestas de acuerdo con el grado en el que satisfacen los requisitos de diseño. Las tres soluciones analizadas han sido las siguientes:

Solución 1: Piezas canteadas

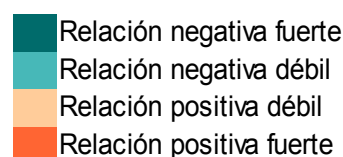
Solución 2: Piezas con juntas abiertas

Solución 3: Piezas con junta con pivote desde la base

La relación entre las tablas y los requisitos de diseño se muestra en la tabla a continuación (Tabla 6):

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

	Solución 1	Solución 2	Solución 3	Importancia
Degradación				3%
Fragilidad				5%
Instalaciones				6%
Accesibilidad				6%
Tropiezos				14%
Seguridad				35%
Estética				4%
Visibilidad				16%
Iluminación				13%
Valoración global	-1,54	2,14	2,14	



**Tabla 6. Relación entre tablas y requisitos**

Como conclusión, las soluciones 2 y 3 son igualmente idóneas desde el punto de vista de los requisitos que se han tenido en cuenta para la valoración. De las dos soluciones, se optó por la 3, pues ACCIONA indicó que constructivamente y estructuralmente podía tener un mejor comportamiento.

### 3.1.4 DATOS TÉCNICOS

#### Dimensiones y peso de la baldosa compuesta

La baldosa tiene unas dimensiones de 440 x 440 mm.

El espesor de cada capa es:

- Capa superior de baldosa cerámica: 10 mm.
- Capa inferior de laminado de alta presión: 10 mm.

El espesor del conjunto (de la baldosa compuesta) es de 20 mm  $\pm$  0,5 mm.

El peso total de la baldosa compuesta es 7,1  $\pm$  0,1 kg. Extrapolando a m<sup>2</sup>, el peso de la baldosa compuesta sería de aproximadamente unos 37 Kg/m<sup>2</sup>.

#### Resistencia mecánica de la baldosa compuesta

Las baldosas cerámicas son elementos bastante resistentes por si solos. Al añadir por debajo una capa de HPL se incrementa todavía más la resistencia del conjunto. Según la norma UNE-EN 14411 sobre productos cerámicos, los ensayos a realizar en las baldosas para considerar su resistencia mecánica se basan en el cálculo de la carga que se debe realizar para llegar a la rotura total de la baldosa. El procedimiento de realización de este ensayo está recogido en la norma UNE-EN-ISO 10545 en su parte 4 (determinación de la resistencia a la flexión y la carga de rotura).

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

En el caso que nos acontece por tratarse de un material no homogéneo se ha considerado el ensayo hasta la rotura de uno de los dos elementos (el que rompa primero). En esta baldosa compuesta ambas capas adheridas trabajan conjuntamente frente a las cargas aplicadas. El primer elemento en romper es sobre el que aplicamos la fuerza, es decir, la baldosa cerámica, estando aún en este momento el HPL sin fracturar.

El valor de la carga de rotura (F) obtenida realizando la media de todas las probetas ensayadas es el siguiente:

- $F = 4030 \text{ N}$  (carga de rotura media de las probetas ensayadas, en N)
- $H = 20,09 \text{ mm}$  (espesor medio de las probetas ensayadas, en mm)

### Fricción del pavimento

La propiedad que define en mayor medida la resbaladicidad de un pavimento es la fricción de su superficie. Según los usuarios, no sólo es la propiedad más importante en cuanto a seguridad (tanto en seco como en mojado), sino también en cuanto a confort.

El objetivo, en cualquier proceso de diseño de un pavimento, es encontrar la fricción óptima, ya que una fricción insuficiente aumenta el riesgo de caídas por resbalones y una fricción excesiva, además de provocar sensación de fatiga y sobrecarga en las articulaciones, incrementa el riesgo de caídas por tropiezo.

En el apartado 3.2 se explica con detalle los ensayos realizados para la obtención de los datos necesarios para evaluar la fricción de los pavimentos.

## 3.2 FRICCIÓN DINÁMICA DEL PAVIMENTO

### 3.2.1 INTRODUCCIÓN

La propiedad que define en mayor medida la resbaladicidad de un pavimento es la fricción de su superficie. Según los usuarios, no sólo es la propiedad más importante en cuanto a seguridad (tanto en seco como en mojado), sino también en cuanto a confort.

El objetivo, en cualquier proceso de diseño de un pavimento, es encontrar la fricción óptima, ya que una fricción insuficiente aumenta el riesgo de caídas por resbalones y una fricción excesiva, además de provocar sensación de fatiga y sobrecarga en las articulaciones, incrementa el riesgo de caídas por tropiezo (Figura 22).



Figura 22. Fricción óptima

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

Del estudio y revisión de diferente bibliografía, se puede afirmar que la fricción ofrecida por un pavimento a los usuarios durante la marcha viene determinada por el valor que adopta el Coeficiente de Fricción Dinámica CFD del pavimento.

Diversos estudios realizados por el IBV han llegado a la conclusión de que un valor del CFD superior a 0,4 es indicativo de que el pavimento ofrece seguridad al usuario, tal que no son previsibles caídas derivadas de resbalones. Estos estudios han sido realizados con hipótesis que contemplan las peores condiciones: suelo en condición de mojado y usuarios con diferentes patologías que afectan a su capacidad de deambulación.

### Objetivo de los ensayos

El objetivo de este apartado es explicar los métodos empleados en la obtención del CFD, y la variabilidad del mismo, que presentan las muestras de baldosas cerámicas entregadas por la empresa AZTECA CERÁMICA. Igualmente se emitirán las conclusiones que se consideren oportunas a la luz de los resultados obtenidos.

### Muestras objeto de estudio

Las muestras de pavimento cuya fricción se va a estudiar han sido suministradas por AZTECA CERÁMICA. Son 4 baldosas con dimensiones, todas ellas, de 350 x 450 mm (Figura 23).

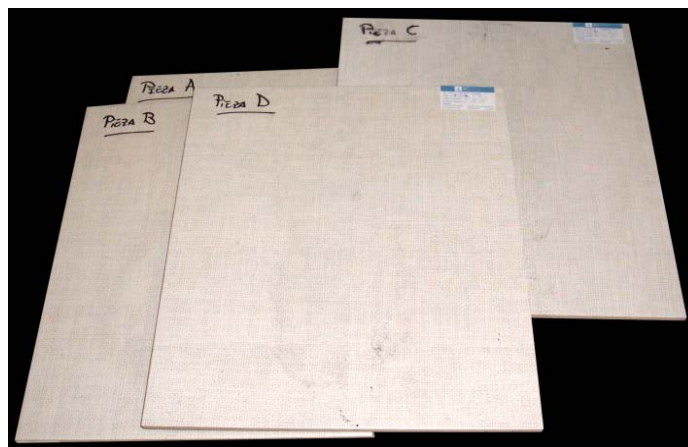


Figura 23. Fotografía de las baldosas

La única diferencia reside en el acabado superficial. Cada una dispone de una superficie con un acabado particular. En la Tabla 7 se indica la nomenclatura utilizada para cada una de las baldosas.

Código interno IBV	Código azteca
M090024	PIEZA A
M090025	PIEZA B
M090026	PIEZA C
M090027	PIEZA D

Tabla 7. Nomenclatura de las baldosas

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

### 3.2.2 ENSAYOS DE FRICCIÓN DINÁMICA

#### Método IBV de ensayos de fricción dinámica para pavimentos

Se trata de un método para obtener el Coeficiente de Fricción Dinámica CFD de los pavimentos, además de la variabilidad del mismo. Para ello, se somete a las muestras deseadas (las baldosas) a ensayos de fricción dinámica, empleando la Máquina de Fricción IBV (Figura 24).

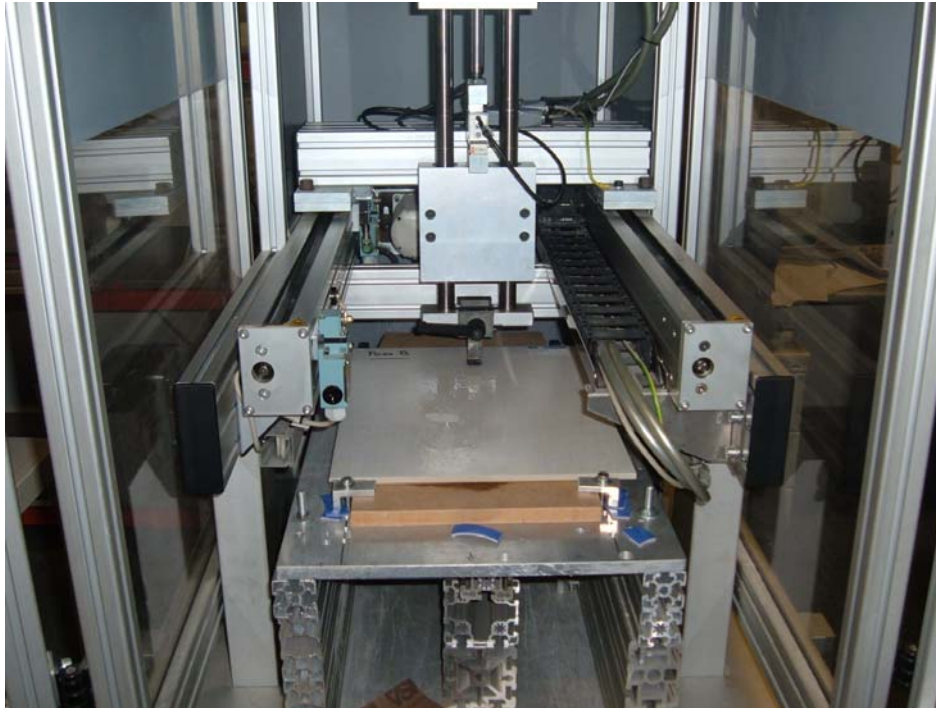


Figura 24. Máquina de Fricción desarrollada por el IBV

Según este método las baldosas (Tabla 7) deben tener, previo al comienzo del ensayo, su superficie mojada, para simular las condiciones de suelo mojado.

Se les efectúan varios ensayos, donde son sometidas a diferentes condiciones, que han sido extraídas de la revisión bibliográfica:

- Se les aplica diferentes fuerzas: 200, 400 y 500 Newton.
- Dichas fuerzas son aplicadas a diferentes velocidades: velocidad baja (0,2 m/s) y alta (0,5 m/s).
- La suela de la máquina de fricción, que fricciona con el pavimento a la fuerza y velocidad correspondiente, es de caucho.

La velocidad de deslizamiento es un parámetro pensado para simular la situación en que se produce un resbalón sin pérdida de equilibrio y cuyo valor oscila entre 0,14 – 0,68 m/s (Strandsberg & Lanshammar, 1981).

Los resultados de los ensayos serán, para cada muestra o pavimento ensayado:

- El COEFICIENTE DE FRICCIÓN DINÁMICA CFD, que representa la fricción ofrecida por el pavimento al usuario durante la marcha.



## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

- EL COEFICIENTE DE VARIABILIDAD COV, que representa la variabilidad de la fricción del pavimento, y que se define como  $COV = \text{desviación típica} / \text{media}$ .

### Criterio de seguridad adoptado

Para la obtención del CFD se hace uso de la condición de ensayo en las que las variables adquieren los valores siguientes:

- Fuerza = 200 N
- Velocidad = 0,5 m/s
- Material de suela = caucho

Se emplea esta condición de ensayo debido a que es la que mayor significación estadística obtuvo, y por eso es la condición en la que se establece el límite de seguridad para determinar cuando un suelo es considerado seguro para la población (incluidas las personas con movilidad reducida).

De esta manera, el CFD permite establecer un criterio de seguridad del pavimento en la marcha de los usuarios. Cuando el  $CFD \geq 0,4$  estamos en unos niveles de seguridad aceptables, ya que el riesgo de caídas por resbalones es mínimo, incluso en el caso de personas con problemas en la deambulación.

Por su parte, el COV es una referencia para observar la variabilidad de la fricción del pavimento según se modifiquen las variables. Por ejemplo, un COV pequeño ante diferentes condiciones de ensayo indica que el comportamiento del suelo es más homogéneo y se puede considerar independiente del peso, velocidad y calzado de los usuarios.

Ambos parámetros (CFD y COV), interpretados de manera conjunta, permiten clasificar los pavimentos según unos niveles de seguridad para el tránsito de las personas.

### 3.2.3 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

#### Resultados de los ensayos

Se presentan los resultados en la Figura 25 y la Tabla 8 donde, según el tipo de pavimento ensayado, se muestra el CFD obtenido en la condición de ensayo establecida de:

- Fuerza = 200 N
- Velocidad = 0,5 m/s
- Material de suela = caucho.

Se observa que la muestra M090024 (Pieza A) tiene un CFD inferior a 0,4. Sin embargo las muestras M090025 (Pieza B), M090026 (Pieza C) y M090027 (Pieza D) disponen de un CFD superior a 0,4.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

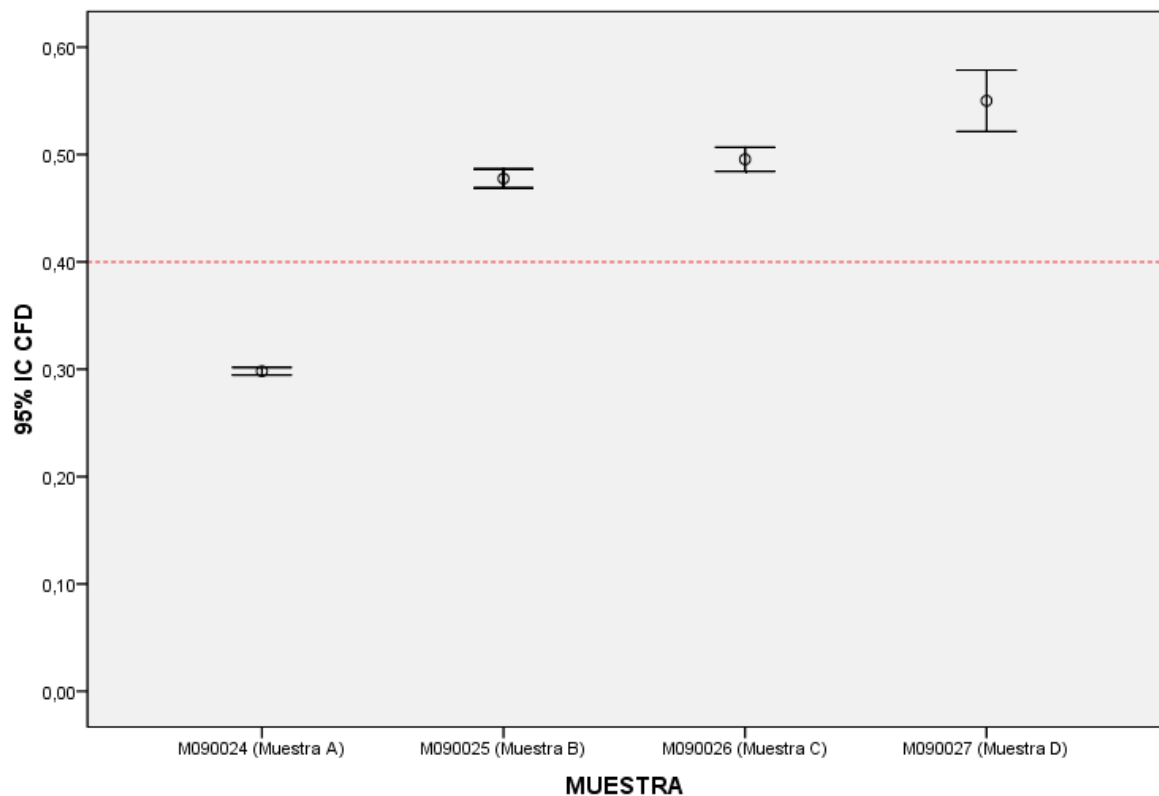


Figura 25. CFD obtenidos con la Máquina de Fricción IBV, en la condición de ensayo de fuerza 200 N, velocidad 0,5 m/s, y material de suela caucho

Muestra	CFD
M090024 (PIEZA A)	0,30
M090025 (PIEZA B)	0,48
M090026 (PIEZA C)	0,50
M090027 (PIEZA D)	0,55

Tabla 8. CFD para cada muestra

El COV nos permite observar la variabilidad de las propiedades en función de las condiciones ensayadas. Así mismo, el número de condiciones estudiadas permite un estudio probabilístico que amplía la información del criterio, estableciendo la probabilidad de que un suelo no ofrezca la fricción requerida a los usuarios.

La media del CFD y el COV de cada muestra han sido obtenidos para todas las condiciones de ensayo, y se presentan en la Figura 26:

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

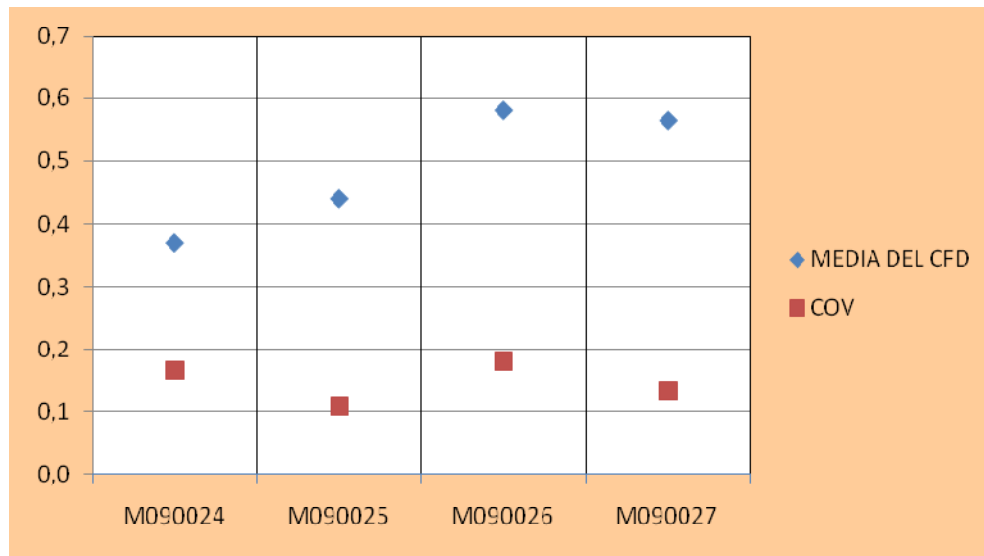


Figura 26. CFD y COV en cada muestra (para todas las condiciones de ensayo)

Se observa en la Figura 26 que los pavimentos ensayados tienen todas unas variabilidades menores del 20%, es decir, el COV de cada uno es menor a 0,2. En la Tabla 9 se muestran los valores obtenidos de COV para cada una de las muestras.

Muestra	COV
M090024 (PIEZA A)	17%
M090025 (PIEZA B)	11%
M090026 (PIEZA C)	18%
M090027 (PIEZA D)	13%

Tabla 9. Valores del coeficiente de variabilidad COV

### Análisis y conclusiones

La muestra M090025 (Pieza A) dispone de un CFD inferior a 0,4 por lo que no alcanza los niveles exigidos. Las muestras M090025 (Pieza B), M090026 (Pieza C) y M090027 (Pieza D) superan el criterio de seguridad establecido, alcanzando niveles de confianza positivos. Igualmente, el coeficiente de variabilidad COV en las muestras mencionadas es inferior al 20%.

Sin embargo, en el caso de las muestra 090026 (Pieza C), al estar el COV bastante próximo al 20%, se recomienda reducir la variabilidad en la respuesta. Un COV del 20% significa una variabilidad media alta (es decir, más de un 20% de variabilidad respecto a la media) que afecta a las probabilidades de conseguir una confianza adecuada dentro de los límites establecidos, si se quiere lograr seguridad para varias condiciones de uso.

### Selección de la baldosa idónea

A partir de las muestras que cumplen los requisitos de seguridad establecidos se procede a elegir la baldosa idónea para el pavimento sobreelevado para intervención en patrimonio.

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

---

Baldosas que cumplen requisitos de seguridad:

- Muestra 090025 (Pieza B)
- Muestra 090026 (Pieza C)
- Muestra 090027 (Pieza D)

De las muestras 090025, 090026 y 090027 se descarta la 090025 a favor de las otras dos muestras con un CFD mayor.

La baldosa M090026 al tener un COV del 18% (próximo al 20%) se descarta a favor de la baldosa M090027, con un COV del 13%.

**La baldosa seleccionada es: M090027 (Pieza D) con CFD = 0,55 y COV = 13%.**

## E2.10 - Descripción técnica de un sistema de salientes y texturización de pavimentos

---

### 4 CONCLUSIONES

Los requisitos técnicos mencionados en la sección 2 son fruto de la evaluación de las necesidades que demandan las personas, incluidas las personas con algún tipo de patología que afecte a su patrón de marcha y por tanto a su movilidad. El cumplimiento de estas especificaciones facilita que el desarrollo de la marcha sobre el pavimento considerado sea más seguro y confortable para todos los usuarios, incluidas aquellas con algún tipo de patología en su movilidad.

Los requisitos que se proponen son específicamente para plano horizontal y por tanto no son aplicables a escaleras, rampas o cambios de nivel. Así mismo, atienden especialmente a personas que deambulan en bipedestación, con ayuda técnica o sin ella. Se han añadido algunas notas sobre cómo afectarían a personas usuarias en silla de ruedas.

La propuesta técnica del pavimento realizada por AZTECA y los ensayos realizados sobre muestras de la misma indican que es un tipo de solución constructiva adecuada para su utilización en sistemas de pavimentación sobreelevados. Es una muestra de innovación en elementos vinculados con la accesibilidad, tanto del monumento como de su entorno.

Con este tipo de pavimento se interviene en patrimonio arquitectónico, respetando las características del edificio histórico, y posibilitando un itinerario peatonal que complementa (o sustituye) al recorrido habitual, donde la rugosidad presente en los acabados no permitían el acceso de las personas con algún tipo de discapacidad en su movilidad. La integración del pavimento mejora sustancialmente debido a que la baldosa cerámica es capaz de reproducir y reinterpretar el suelo inferior original mediante impresión digital sobre su superficie de acabado.

Además, la accesibilidad proporcionada es a dos niveles: accesibilidad física al edificio patrimonio (contenido) y la accesibilidad intelectual a la información existente en el mismo (continente).